

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

009142556 **Image available**

WPI Acc No: 1992-269994/199233

XRPX Acc No: N92-206368

Reconstructing movement trajectory of road vehicle e.g. after accident -
evaluating stored signals from analogue sensors relating to vehicle speed
and steering wheel position

Patent Assignee: SCHIMMELPFENNIG K (SCHI-I)

Inventor: HUGEMANN W; SCHIMMELPFENNIG K

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4132981	A	19920806	DE 4132981	A	19911004	199233 B
DE 4132981	C2	19930722	DE 4132981	A	19911004	199329

Priority Applications (No Type Date): DE 4101817 A 19910123

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 4132981	A	6	G07C-005/08		
DE 4132981	C2	6	G07C-005/08		

Abstract (Basic): DE 4132981 A

The method involves using at least two sensors which produce analogue signals for analysis by an evaluation circuit and storage in a memory. One of the analogue signals corresponds to the speed of the road vehicle or a component of its speed in the longitudinal direction of the vehicle.

The speed is calculated by a correlation process and the motion of the vehicle is determined by a stationary evaluation circuit, e.g. a digital computer which solves a system of differential equations. The second analogue signal may represent the steering angle of the steering wheel.

USE - For accident recorder.

Title Terms: RECONSTRUCT; MOVEMENT; TRAJECTORY; ROAD; VEHICLE; AFTER;
ACCIDENT; EVALUATE; STORAGE; SIGNAL; ANALOGUE; SENSE; RELATED; VEHICLE;
SPEED; STEER; WHEEL; POSITION

Derwent Class: T05; X22

International Patent Class (Main): G07C-005/08

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): T05-G01; X22-E05

?



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 32 981 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
G 07 C 5/08

⑳ Aktenzeichen: P 41 32 981.3
㉑ Anmeldetag: 4. 10. 91
㉒ Offenlegungstag: 6. 8. 92

DE 41 32 981 A 1

③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①
23.01.91 DE 41 01 817.6

⑦① Anmelder:
Schimmelpfennig, Karl-Heinz, 4400 Münster, DE

⑦④ Vertreter:
Habbel, H., Dipl.-Ing.; Habbel, L., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 4400 Münster

⑦② Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Rekonstruktion der Bewegungstrajektorie eines Straßenfahrzeugs

⑤⑦ Bei einem Verfahren zur nachträglichen, zeitlich rückwärtsgereichten Rekonstruktion der Bewegungstrajektorie eines Straßenfahrzeugs insbesondere im Anschluß an ein Unfallereignis unter Verwendung von mindestens zwei Sensoren für analoge Signale sowie einer Meßwerterfassungseinrichtung und eines Datenspeichers schlägt die Erfindung vor, daß eines der analogen Signale die Geschwindigkeit des Fahrzeugs oder deren Komponente in Fahrzeuglängsrichtung ist und diese mittels eines korrelativen Meßverfahrens ermittelt wird und die Bewegung des Fahrzeugs mittels einer stationären Auswerteinrichtung, beispielsweise einem Digitalrechner, über die Lösung eines Differentialgleichungssystems errechnet wird.

DE 41 32 981 A 1

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Erfassen und Speichern analoger Meßwerte in einem Fahrzeug und deren dauerhaften Speicherung im Anschluß an ein Unfallereignis. Ein derartiges Verfahren, das zusätzlich auch noch digitale Daten, sog. Statussignale, erfaßt und speichert ist bereits aus EP-B1-01 18 818 bekannt. Das in dieser Patentschrift zur Umsetzung des Verfahrens vorgeschlagene Gerät ist nach heutigem Sprachgebrauch als "Unfalldatenschreiber" zu bezeichnen.

Unfalldatenschreiber haben die Aufgabe, nach Möglichkeit alle für die Rechtsprechung wichtigen Informationen über das Verhalten des Fahrzeugführers für einen begrenzten Zeitraum aufzuzeichnen und diese nach dem Eintritt eines Unfallereignisses dauerhaft abzuspeichern. Die für die Rechtsprechung wichtigen Informationen bestehen einerseits aus sog. Statusdaten, die durch eine einfache Ja/Nein-Entscheidung (1 Bit) charakterisiert werden können. Beispiele für diese Kategorie sind zum Beispiel Blinker ein/aus, Licht ein/aus und Hupe betätigt/unbetätigt. Daten, die das Bewegungsverhalten des Fahrzeugs vor der Kollision betreffen, fallen hingegen grundsätzlich in analoger Form an. Auch diese Informationen müssen in einer Art und Weise festgehalten werden, die es ermöglicht, die Bewegungslinie des Fahrzeugs und die in jedem Punkt eingehaltene Fahrgeschwindigkeit zu ermitteln. Außerdem ist es vorteilhaft, wenn das Gerät in der Lage ist, den Eintritt eines Unfallereignisses anhand der von ihm erfaßten Daten selbständig zu erkennen und die dauerhafte Speicherung der Daten selbsttätig vorzunehmen.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit relativ zu einem erdfesten Koordinatensystem und einer darauf aufbauenden Rekonstruktion der Bewegungstrajektorie dieses Fahrzeugs.

Bei dem aus der EP-B1-01 18 818 bekannten Unfalldatenschreiber wird das Bewegungsverhalten des Fahrzeugs in bezug auf ein fahrzeugfestes Koordinatensystem über Beschleunigungssensoren, die die Beschleunigungskomponenten in Fahrzeuglängsrichtung und -querrichtung sowie die Gierbeschleunigung des Fahrzeugs erfassen, ermittelt. Außerdem verfügt der bekannte Unfalldatenschreiber über einen zusätzlichen Sensor, der radumdrehungsabhängig arbeitet und zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. der zurückgelegten Wegstrecke dient. Die zitierte Patentschrift enthält keine Lehre, wie die Fahrzeugtrajektorie aus diesen erfaßten analogen Daten zu ermitteln ist.

Das hier vorgeschlagene Verfahren geht davon aus, daß die Bewegung des Fahrzeugs vor dem Unfallereignis als zweidimensionale Bewegung auf der Fahrbahnoberfläche beschrieben werden kann.

Eine derartige Bewegung besitzt, sofern sie keinen Einschränkungen, zum Beispiel wie bei der Zwangsführung eines Schienenfahrzeugs, unterliegt, drei Freiheitsgrade. Dabei handelt es sich um zwei translatorische und einen rotatorischen Freiheitsgrad, vgl. Fig. 1. Weiterhin geht das hier vorgeschlagene Verfahren davon aus, daß es vor einem Unfall für ein Straßenfahrzeug typischerweise lediglich zwei Arten von Bewegungen gibt. So gibt es einerseits Bewegungsbahnen, auf denen die maximalen Seitenführungskräfte der Fahrzeugreifen nicht überschritten werden und andererseits die geradlinige Fortbewegung des Fahrzeugs im vollgebremsten Zustand. Transiente Zustände, die vom erstgenannten in den zweitgenannten Zustand führen sind üblicherweise von so kurzer Dauer, daß man sie ohne große Fehler wahlweise dem erstgenannten oder dem zweitgenannten Zustand zuschlagen kann.

Während der Vollbremsphase bewegt sich das Fahrzeug geradlinig. Wird ein Schleudervorgang des Fahrzeugs vor Eintritt in die Kollision ausgeschlossen, was üblicherweise anhand der übrigen für den Unfall vorliegenden Anknüpfungstatsachen möglich ist, kann man davon ausgehen, daß sich das Fahrzeug während des Bremsvorgangs geradlinig etwa in Richtung der Fahrzeuglängsachse bewegte. Unter dieser Voraussetzung ist die Bewegungstrajektorie des Fahrzeugs für diese Bewegungsart durch einfache Integration der Geschwindigkeit zu errechnen.

Die Einschränkung, daß sich das Fahrzeug vor einem möglichen Bremsvorgang auf Bahnen bewegen soll, auf denen die maximalen Seitenführungskräfte der Reifen nicht überschritten werden, schließt beispielsweise die Rekonstruktion eines Schleudervorgangs vor der Kollision aus. Unter dieser Einschränkung genügt es jedoch, zwei unabhängige Bewegungsgrößen zu erfassen, um das Bewegungsverhalten des Fahrzeugs zu beschreiben.

Bewegt sich das Fahrzeug auf einer Bahn, bei der die maximalen Seitenführungskräfte der Reifen nicht überschritten werden, so kann sein Bewegungsverhalten mittels eines Differentialgleichungssystems beschrieben werden. In (1) wird für den Fall, daß die Seitenführungskräfte der Reifen F_s in linearem Zusammenhang mit dem Schräglaufwinkel α des Reifens stehen, also $F_s = C \cdot \alpha$ gilt, folgendes Differentialgleichungssystem angegeben

$$m_g \cdot v \cdot \dot{\beta} + \frac{1}{v} \cdot (m_g \cdot v^2 + C_v \cdot l_v - C_h \cdot l_h) \cdot \psi + (C_v + C_h) \cdot \beta - C_v \cdot \delta = 0 \quad (1)$$

$$J_{gz} \cdot \ddot{\psi} + \frac{1}{v} \cdot (C_v \cdot l_v^2 + C_h \cdot l_h^2) \cdot \dot{\psi} - (C_h \cdot l_h - C_v \cdot l_v) \cdot \beta - C_v \cdot l_v \cdot \delta = 0, \quad (2)$$

vgl. Fig. 2. Hierin bedeuten:

m_g : Fahrzeugmasse,

J_{gz} : Gierträgheitsmoment,

l_v, l_h : Abstand des Vorder- bzw. Hinterreifens vom Schwerpunkt,

C_v, C_h : resultierende Schräglaufsteifigkeiten aus Reifen-, Radaufhängungs- und Lenkungselastizität der Vorder- und Hinterreifen,

δ : Einschlagwinkel des Vorderreifens,
 β : Schwimmwinkel, d.h. Winkel, den die Fahrzeuggeschwindigkeit mit der Längsachse des Fahrzeugs einschließt,
 ψ : Gierwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs,
 v : Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

Dieses Differentialgleichungssystem stellt ein "lineares Einspurmodell mit zwei Freiheitsgeraden" dar.

Das Differentialgleichungssystem enthält einerseits die Parameter m_g , J_{gz} , l_v , l_h , C_v und C_h , die lediglich vom Fahrzeugtyp bzw. der Art der Bereifung abhängig sind, andererseits die Parameter v , ψ , β und δ die die Bewegung des Fahrzeugs beschreiben. Da die vier letztgenannten Parameter über die beiden Gleichungen des Differentialgleichungssystems gekoppelt sind, genügt es, lediglich zwei von ihnen zu bestimmen, um die übrigen beiden zu berechnen. Das Differentialgleichungssystem ist, wie in der Mechanik üblich, invariant gegenüber einer Umkehr der Zeitrichtung. Es ist daher möglich, es, ausgehend von einem bekannten Startpunkt mit den Werten v_0 , ψ_0 , β_0 und δ_0 bei bekannten Verläufen von beispielsweise $v(-t > 0)$ und $\delta(-t > 0)$ als sog. Anfangswertproblem zu lösen. Werden die Größen $v(t)$ und $\delta(t)$ meßtechnisch erfaßt, so sind die notwendigen Anfangswerte v_0 und δ_0 automatisch bekannt. Die Orientierung des Fahrzeugs im Unfallzustand ψ_0 ergibt sich meist aus den Randbedingungen des Unfalls. Für den Wert β_0 müßte bei dem Verfahren zunächst ein Schätzwert vorgegeben werden; ein annähernd richtiger Wert kann im nachhinein durch eine iterative Bestimmung mittels anderer Anknüpfungstatsachen aus dem Unfallereignis ermittelt werden.

Sind die Werte $\psi(-t)$ und $\beta(-t)$ aus der Lösung des Differentialgleichungssystems errechnet, so läßt sich beispielsweise über die Beziehungen

$$v_x(-t) = v \cdot \cos [\psi(-t) + \beta(-t)] \quad (3)$$

$$v_y(-t) = v \cdot \sin [\psi(-t) + \beta(-t)]$$

und

$$x(-t) = x_0 - \int_{t_0}^{-t} v_x(-t) dt \quad (4)$$

$$y(-t) = y_0 - \int_{t_0}^{-t} v_y(-t) dt$$

die Bewegungstrajektorie des Fahrzeugs berechnen.

Das genannte Differentialgleichungssystem stellt nur ein einfaches Beispiel einer möglichen mathematischen Beschreibung des Fahrzeugverhaltens dar, das der grundsätzlichen Darlegung des Erfindungsgedankens dienen soll. Der Erfindungsgedanke erstreckt sich aber auch auf kompliziertere Modelle, insbesondere mehrspurige Modelle und solche mit einer realitätsnahen Beschreibung der Reifenkennlinie.

Das soeben beschriebene Modell nutzt neben der Fahrzeuggeschwindigkeit den Lenkwinkel, um das Bewegungsverhalten des Fahrzeugs zu beschreiben. Es sind jedoch auch noch andere Modelle möglich, die andere Bewegungsgrößen zur Beschreibung des Bewegungsverhaltens heranziehen.

Unterstellt man zur Beschreibung etwa ein Einspur-Fahrzeugmodell ohne Seitenkräfte nach Fig. 3, so läßt sich zur Rekonstruktion des Bewegungsverhaltens beispielsweise auch die über dem Hinterrad gemessene Querbeschleunigung heranziehen. In diesem Fall lautet das Differentialgleichungssystem

$$\ddot{x}\ddot{y} - \dot{x}\dot{y} = a_q(t) \cdot v(t) \\ \dot{x}^2 + \dot{y}^2 = v(t)^2 \quad (5)$$

Über die Lösung dieses Differentialgleichungssystems läßt sich die Bewegungstrajektorie des Fahrzeugs, beschrieben durch die Parameterdarstellung $x(t)$ und $y(t)$, ebenfalls ermitteln. Auch in diesem Fall stellt das genannte Differentialgleichungssystem nur ein einfaches Beispiel einer möglichen mathematischen Beschreibung dar, das gegebenenfalls erweitert werden kann.

Für das Einspur-Fahrzeugmodell ohne Seitenkräfte läßt sich die über dem Hinterrad wirkende Querbeschleunigung auch aus dem Verhältnis der Fahrzeuggeschwindigkeiten in Fahrzeuglängs- und Fahrzeugquerrichtung gemäß den Gln.

$$R_h = \frac{v_l}{v_q} \cdot l_h$$

$$a_q = \frac{v^2}{R_h} = \frac{v_l^2 + v_q^2}{R_h} \quad (6)$$

bestimmen. Hierin bedeuten

v_l : Geschwindigkeit in Fahrzeuglängsrichtung,

v_q : Geschwindigkeit in Fahrzeugquerrichtung,
 l_h : Abstand des Meßpunktes für die Geschwindigkeit von der Hinterachse,
 R_h : Kurvenradius des Fahrzeugs auf der Hinterachse.

5 Der so ermittelte Querbeschleunigungswert kann dann in dem bereits zuvor beschriebenen Verfahren zur Rekonstruktion der Bewegungslinie verwendet werden. Auch für den Fall, daß die Geschwindigkeit in Fahrzeuglängsrichtung und -querrichtung zur Bestimmung der Bewegungsbahn erfaßt werden, sind kompliziertere Fahrzeugmodelle als Grundlage für die Rekonstruktion möglich.

10 Der Einsatz mathematischer Fahrzeugmodelle, die auch als "Simulationsmodelle" bezeichnet werden, ist in der Fahrzeugindustrie bekannt. So beschreibt beispielsweise die DE 36 08 420 eine "Vorrichtung zur Bestimmung der Bewegung eines Fahrzeugs". Bisher dienen diese Simulationsmodelle jedoch stets dazu, Schätzwerte für physikalische Größen zu liefern, die nicht direkt gemessen werden können oder aber nur unter hohem technischen Aufwand meßtechnisch zu erfassen sind. In der zitierten Schrift ist dies beispielsweise gemäß Anspruch 2 die Gierwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs.

15 Diese Simulationsmodelle arbeiten stets zeitlich vorwärts, parallel zum tatsächlichen Fahrzeug; es handelt sich um Fahrzeug-Parallelmodelle. Es gibt derzeit noch keine Anwendung, in der versucht wird, die Bewegungstrajektorie eines Fahrzeugs mit dem Parallelmodell zu ermitteln.

Wie aus den bisher genannten Gleichungen ersichtlich ist, ist es in allen Fällen notwendig, die Fahrzeuggeschwindigkeit zumindest dem Betrage nach zu ermitteln. Obwohl es aus der Patentschrift EP-B1-01 18 818 nicht explizit ersichtlich ist, scheinen dort zwei Meßsysteme zur Ermittlung der Fahrzeuggeschwindigkeit zum Einsatz zu kommen. Zum einen verfügt der bekannte Unfalldatenschreiber über einen Sensor, der radumdrehungsabhängig arbeitet und damit die Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. die zurückgelegte Wegstrecke erfassen kann. Dieses Verfahren besitzt den prinzipiellen Nachteil, das es einerseits den Schlupf zwischen Rad und Straße unberücksichtigt läßt und andererseits einen festen Abrollumfang des Rades zugrundelegen muß. Da die 25 Fahrzeuge bei Verkehrsunfällen häufig noch vor der Kollision bis zur Blockiergrenze der Reifen verzögert werden, ist dieses Verfahren aufgrund des zuerst genannten Nachteils ungeeignet, die Kollisionsgeschwindigkeit zu bestimmen. Die Bestimmung der Ausgangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs vor dem Einleiten der Bremsung mittels dieses Meßverfahrens ist ebenfalls vergleichsweise ungenau, da der Abrollradius des Fahrzeugrades beispielsweise vom Abnutzungsgrad des Reifens, dem Reifeninnendruck und der Beladung des Fahrzeugs abhängig ist.

30 Desweiteren verfügt der bekannte Unfalldatenschreiber über Beschleunigungssensoren, die die Beschleunigung in Fahrzeuglängs- und querrichtung erfassen. Die Beschleunigungssensoren in Fahrzeuglängsrichtung sollen mutmaßlich dazu dienen, das Bewegungsverhalten während eines stark gebremsten Zustandes zu erfassen, da der dann auftretende hohe Schlupf zwischen Reifen und Fahrbahn eine Erfassung der Geschwindigkeit über den radumdrehungsabhängig arbeitenden Sensor unmöglich macht. Für den Fall, daß die Rekonstruktion der Bewegungstrajektorie des Fahrzeugs mit Hilfe der Beschleunigungsdaten erfolgt, ist, grob gesagt, eine doppelte Integration erforderlich, die über die Fahrzeuggeschwindigkeit zu der Fahrzeugposition führt.

Die beiden genannten Verfahren müssen in dem bekannten Unfalldatenschreiber zwangsweise alternativ zum Einsatz kommen, je nachdem, in welchem Schlupfbereich die Fahrzeugreifen arbeiten. Diese Vorgehensweise bringt aber entscheidende Nachteile mit sich. Bei der Rekonstruktion des Bewegungsverhaltens des Fahrzeugs vor der Kollision kann nunmehr nicht in allen Fällen an den Fahrzustand bei Kollisionseintritt angeknüpft werden, da die Fahrgeschwindigkeit für den Fall, daß die Reifen vor der Kollision blockierten, in diesem Punkt nicht mehr bekannt ist. Dieses Manko kann man — auch dies wird aus der zitierten Patentschrift nicht ersichtlich — auf zweierlei Art und Weise zu kompensieren versuchen. Die erste Möglichkeit besteht darin, zunächst über 45 die einfache Integration der Fahrzeugbeschleunigung während der Phase der blockierten Räder den durch die Bremsung verursachten Geschwindigkeitsverlust des Fahrzeugs zu bestimmen. Subtrahiert man diesen von der über den radumdrehungsabhängig arbeitenden Sensor ermittelten Ausgangsgeschwindigkeit des Fahrzeugs vor dem Bremsvorgang, so erhält man die Kollisionsgeschwindigkeit des Fahrzeugs. Die Kollisionsgeschwindigkeit ist somit bekannt und es kann in üblicher Weise an den Kollisionspunkt angeknüpft werden. Dieses Verfahren besitzt den prinzipiellen Nachteil, daß sämtliche Meßfehler des radumdrehungsabhängig arbeitenden Sensors in die Ermittlung der Kollisionsgeschwindigkeit mit einfließen und nicht kompensiert werden können.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, die Fahrzeugbewegung, ausgehend von der bekannten Endstellung des Fahrzeugs, über die Beschleunigungsdaten rückwärts bis zur Kollision zu verfolgen, dann rückwärts durch die Kollision "durchzurechnen" und dann an den solchermaßen rekonstruierten Zustand bei Kollisionseintritt anzuknüpfen. Diese Vorgehensweise orientiert sich an der in der forensischen Unfallrekonstruktion üblichen Vorgehensweise der sog. "Rückwärtsrechnung". Dieses Verfahren hat den prinzipiellen Nachteil, daß sich sämtliche Fehler, die sich der Rekonstruktion der Bewegungslinie des Fahrzeugs auf Grundlage der Sensordaten ergeben, über der Zeit aufaddieren und die berechnete Kollisionsgeschwindigkeit von der tatsächlichen abweichen lassen. Außerdem gibt es Schwierigkeiten, die Rekonstruktion der Fahrlinie an die Endposition anzuknüpfen, da 60 beispielsweise nicht bekannt ist, welches die letzte Richtung der Fahrzeuggeschwindigkeit vor Erreichen der Endposition war.

In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Bewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs gegenüber der Fahrbahnoberfläche über ein korrelatives Meßverfahren ermittelt. Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens gegenüber dem aus der EP-B1-01 18 818 ersichtlichen Verfahren besteht darin, daß ein im Prinzip hochgenaues Verfahren, das für sämtliche Schlupfbedingungen des Reifens gültig ist, die bisher alternativ anzuwendenden Verfahren ersetzt. Außerdem wird in jedem Punkt direkt die Geschwindigkeit des Fahrzeugs gemessen und muß nicht erst über Beschleunigungsdaten errechnet werden. Auf diese Weise ist es stets möglich, an den Kollisionseintritt als festen Bezugspunkt anzuknüpfen und sich auf die Rekonstruktion der davorliegenden,

juristisch ausschließlich interessanten Bewegungslinie zu beschränken.

Korrelative Meßverfahren zur Ermittlung der Geschwindigkeit sind in der Praxis bekannt. So wird beispielsweise in der EP-A-02 22 267 ein Verfahren zur berührungslosen Geschwindigkeits- und Längenmessung beschrieben, das insbesondere bei stranggenossenem Material Einsatz finden soll. Auch auf dem Gebiet des Kraftfahrzeugbaus sind korrelative Meßverfahren seit langem bekannt (s. DE-S 34 35 866).

Der Einsatz eines korrelativen Meßverfahrens zur Ermittlung der Fahrzeuggeschwindigkeit bringt im vorliegenden Anwendungsfall drei entscheidende Vorteile. Zum einen kann stets an den Zeitpunkt des Kollisionseintritts angeknüpft werden und sich die Rekonstruktion der Bewegungstrajektorie auf den juristisch interessanten Bereich der Bewegung vor der Kollision beschränken. Zum zweiten wird ein bei der juristischen Wertung des Ereignisses äußerst interessanter Parameter, die Fahrzeuggeschwindigkeit, mittels eines äußerst genauen Verfahrens in engen Grenzen erfaßt. Drittens spielt dieser letztgenannte Parameter auch bei der Rekonstruktion der Bewegungslinie eines Fahrzeugs die entscheidende Rolle, daß auch die Genauigkeit der Rekonstruktion der Bewegungsbahn verbessert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Rekonstruktion der Bewegungslinie eines Fahrzeugs kombiniert drei Teillösungen miteinander. Zum ersten die Erkenntnis, daß zur Beschreibung des Bewegungsverhaltens eines Fahrzeugs vor der Kollision in der Regel zwei unabhängige Parameter genügen. Aufbauend auf dieser Erkenntnis wird ein klares Verfahren zur Rekonstruktion der Bewegungslinie vorgeschlagen. Die Erkenntnis, daß es bei der Lösung, des Differentialgleichungssystems zweckmäßig ist, an den Kollisionseintritt anzuknüpfen und daß die Geschwindigkeit der entscheidende Parameter in sämtlichen Differentialgleichungen ist, führte auf den Einsatz eines Geschwindigkeitsmeßverfahrens, daß einerseits hochgenau ist und andererseits für sämtliche Schlupfbereiche des Reifens einsatzfähig ist.

Sowohl der Einsatz des genannten mathematischen Verfahrens zur zeitlich rückwärtsgerichteten Rekonstruktion der Bewegungstrajektorie eines Fahrzeugs als auch der Einsatz eines korrelativen Meßverfahrens zur Geschwindigkeitsbestimmung des Fahrzeugs, das im beabsichtigten Einsatzfall der Erfindung ganz besondere Vorteile bietet, hat offensichtlich nicht nahegelegen, da sowohl der Einsatz mathematischer Modelle als auch der Einsatz korrelativer Meßverfahren im Fahrzeugbau seit langem bekannt sind, ohne daß ihre besondere Vorteile beim Einsatz eines Unfalldatenschreibers miteinander in Verbindung gebracht worden sind.

(1) Zomotor, A.: Fahrwerktechnik: Fahrverhalten. Vogel Buchverlag, Würzburg 1987.

Patentansprüche

1. Verfahren zur nachträglichen, zeitlich rückwärtsgerichteten Rekonstruktion der Bewegungstrajektorie eines Straßenfahrzeugs insbesondere im Anschluß an ein Unfallereignis unter Verwendung von mindestens zwei Sensoren für analoge Signale sowie einer Meßwerterfassungseinrichtung und eines Datenspeichers, **dadurch gekennzeichnet**, daß eines der analogen Signale die Geschwindigkeit des Fahrzeugs oder deren Komponente in Fahrzeuginnenrichtung ist und diese mittels eines korrelativen Meßverfahrens ermittelt wird und die Bewegung des Fahrzeugs mittels einer stationären Auswerteinrichtung, beispielsweise einem Digitalrechner, über die Lösung eines Differentialgleichungssystems ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei einem zweiten analogen Signal um den Lenkwinkelschlag des Fahrzeugs handelt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkwinkelschlag über den Lenkwinkel erfaßt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem zweiten analogen Signal um die Beschleunigung in Fahrzeugquerrichtung handelt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem zweiten analogen Signal um die Geschwindigkeit des Fahrzeugs in Fahrzeugquerrichtung handelt, die über ein korrelatives Meßverfahren erfaßt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

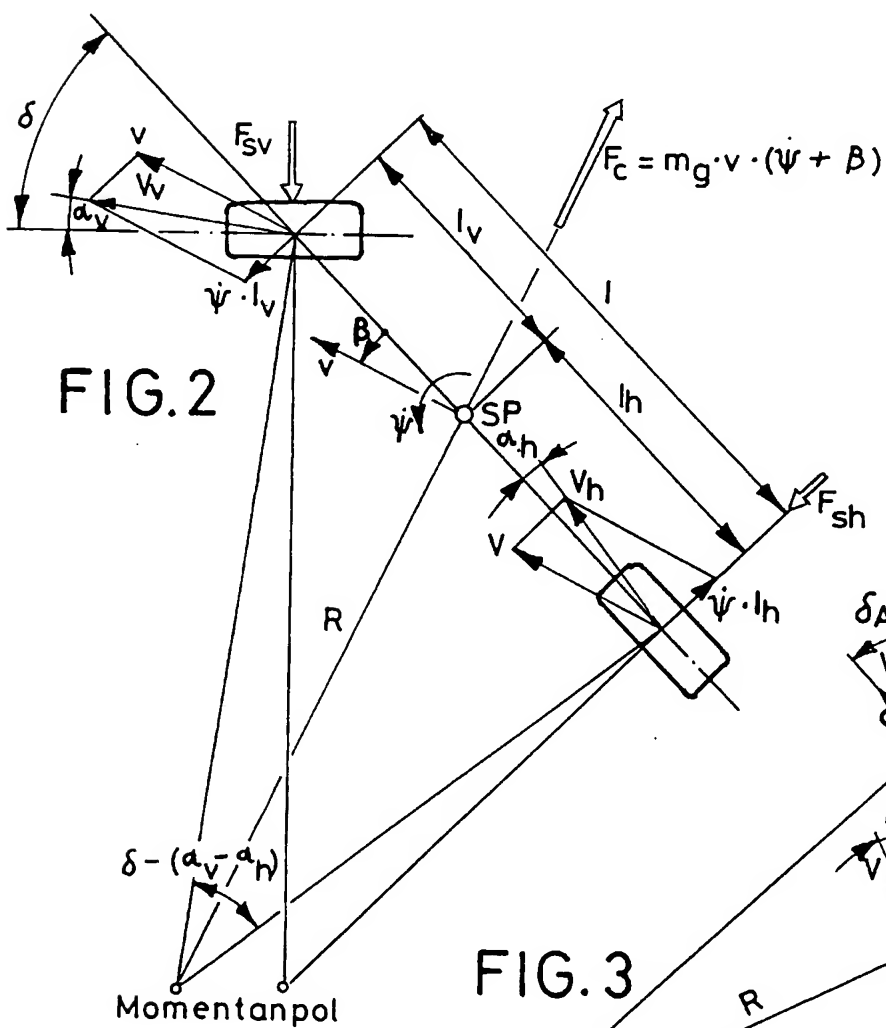
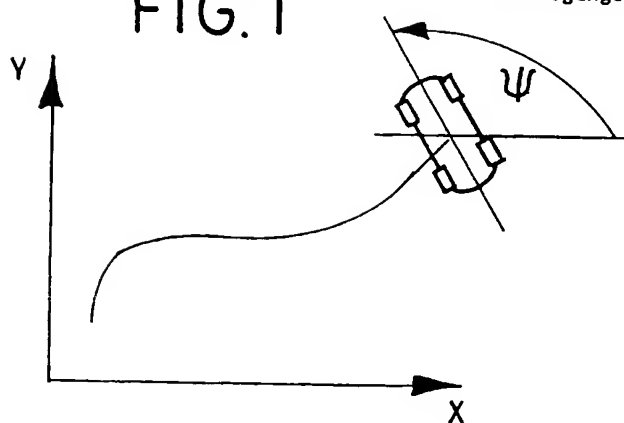


FIG. 3

